

矿产资源综合评价品位计算公式的正确推导及应用 ——《矿产资源综合勘查评价规范》(GB/T25283—2010)附录 Q 质疑

黄亚南

(中国冶金地质总局二局福州东鑫矿业技术有限公司,福建福州 350001)

[摘要]在《矿产资源综合勘查评价规范》(GB/T25283—2010)附录 Q 疑点讨论的基础上,提出了关于矿产资源综合评价品位计算公式的正确推导及应用。《规范》附录 Q 存在问题是:重要术语有误,公式参数有误,不合市场规则。本文试按“等价原则”的评价思路,对矿产资源综合评价品位计算公式重新进行推导,详细讨论了各公式的适用条件和内在联系,并通过具体示例演示了计算公式的正确应用和应注意的问题。笔者认为本文的技术思路对于矿产资源综合评价的实际操作具有示范意义。

[关键词]矿产资源 综合评价 品位计算公式 推导及应用
[中图分类号]P624.7 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2011)06-1044-7

Huang Ya-nan. Correct derivation of grade-computing formulae and its application to comprehensive evaluation of mineral resources—Questioning the appendix Q to the specification of Comprehensive Exploration and Evaluation of Mineral Resources (GB/T25283—2010) [J]. Geology and Exploration, 2011, 47(6):1044–1050.

0 引言

矿产资源综合勘查评价的重要意义已得到广泛共识。刚刚发布的《矿产资源综合勘查评价规范》(GB/T25283—2010)(下称《规范》),作为国家标准,首次对我国矿产资源的综合勘查评价工作提出了统一、具体、全面的规范要求,结束了以往共伴生矿产综合勘查评价工作基本处于无章可循的状态^①。

共伴生组分综合品位的计算和确定,是成功开展矿产资源综合勘查评价工作的关键。《规范》附录 Q 给出了相关的计算公式,笔者通过认真学习和研究,认为《规范》附录 Q 的计算公式及相关文字存在多处疑点和缺陷,有必要进行讨论和纠正,以消除误导。

目前矿产资源综合评价工作中存在的主要问题是:共识仅停留在“定性”阶段,而在具体的评价思路、技术方法、公式建立等“定量”环节上,却未能达成共识一致。因此,有必要深入开展这方面的研究和讨论,以便把矿产资源综合评价工作真正引导到

正确合理的轨道上来。

1 《规范》附录 Q 原文

为便于讨论,现将《规范》附录 Q 原文摘录如下,其中“疑点”处用齿线标识并按顺序编号。

附录 Q

Q.1 以独立矿物存在的伴生有用组分品位①计算公式[见式(Q.1)]

$$C \geq \frac{\beta \cdot \alpha}{(1-\gamma) \cdot \varepsilon \cdot \rho} \quad (Q.1)$$

式中:

C—伴生组分的品位②(%);

Q.2 综合最低品位③的计算公式[见式(Q.2)]

$$C = C_c + \sum_1^n K \cdot C_c \quad (Q.2)$$

式中:

C—将次要有用组分品位折算成主要有用组分的品位后的矿石综合最低品位④(%);

K 的确定方法:

[收稿日期]2011-04-22;[修订日期]2011-07-06;[责任编辑]郝情情。
[第一作者]黄亚南(1945年—),男,1969年毕业于中南矿业学院,矿产储量评估师,福州东鑫矿业技术有限公司技术总监。E-mail:dxkye@ yahoo. com. cn。

a) 价格比法[见式(Q. 3)]

$$K=\frac{J_c}{J_z}$$

(Q. 3)

b) 产值比法[见式(Q. 4)]

$$K=J_c/J_z\cdot C_c/C_z\textcircled{5}\cdot \varepsilon_c/\varepsilon_z\cdot \beta_c/\beta_z\textcircled{6}$$

(Q. 4)

式中:

K ——折算系数;

J_c ——次要有用组分产品销售价格,单位为元
每吨(元/t);

C_c ——次要组分地质品位(%);

ε_c ——次要组分选矿回收率(%);

β_c ——次要组分最终产品组分品位(%);

J_z ——主要有用组分产品销售价格,单位为元
每吨(元/t);

C_z ——主要组分地质品位(%)

ε_z ——主要组分选矿回收率(%);

β_z ——主要组分最终产品品位(%)。

c) 利润比法[见式(Q. 5)]

$$K=\frac{(J_c-Chc)}{(J_z-Chz)}\cdot C_c/C_z\textcircled{7}\cdot \varepsilon_c/\varepsilon_z\cdot \beta_c/\beta_z\textcircled{8}$$

(Q. 5)

式中:

Chc ——次要组分的产品成本,单位为元每吨
(元/t);

Chz ——主要组分的产品成本,单位为元每吨
(元/t)。

2 《规范》附录 Q 讨论

2.1 “疑点”讨论(按标识顺序)

(1) ①、②伴生组分的品位

应改为“伴生组分的起算品位”,或改为“伴生
组分综合评价最低品位”。“伴生组分品位”和“伴
生组分综合评价最低品位”是两个完全不同的概
念,前者是指矿石的地质品位,后者是指某伴生有用
组分参与资源估算和综合评价的最低品位要求,是
工业指标的一项内容。

(2) ③、④综合最低品位

应改为“综合品位”。“综合最低品位”和“综合
品位”同样是两个完全不同的概念,前者是工业指
标的概念,即“综合工业品位”的同义语,是综合评
价对共生矿石综合品位的最低工业要求;而后者是
矿石质量的概念,是矿石中各有用组分按“等价原
则”折算为主有用组分的品位表达。

(3) ⑤、⑦ C_c/C_z

应予删除。因为折算系数只与主、次有用组分

的产品销售价格、总回收率及产品成本有关,而与矿
石的地质品位无关(详见后文论述)。

(4) ⑥、⑧ β_c/β_z

应颠倒过来,改为“ β_z/β_c ”。因为当产品按精矿
量计时,产品的产值与精矿品位成反比:精矿品位
越高,则精矿量越小,卖的钱就越少。

2.2 “缺陷”讨论

(1) 没有说明各计算公式的内在联系及适用条
件

关于折算系数 K 的确定,《规范》提供了 3 套计
算方法及计算公式,但没有说明三者之间的内在联
系及适用条件。对此 3 个公式如果仅停留在孤立的
理解,则在实际工作中很难灵活掌握和合理应用。
如果站在整体高度理清其内在联系,则看似独立的
三套计算方法及公式可以合而为一:公式(Q. 3) 和
(Q. 4) 均属公式(Q. 5) 的特例。既然有特例,就必
然有特定的使用条件,实际应用中如果不考虑公式
的适用条件,则可能造成大的评价误差(郑之英,
1982;舒航,1992)。

(2) 公式设定的产品方案为精矿-适用范围被
限制

由公式(Q. 4)、(Q. 5) 内容:只要求知道有用组
分的选矿回收率,而没要求知道冶炼回收率。说明
公式设定的产品方案为精矿,这样其适用范围就受
到限制(舒航,1992)。

(3) 产品销售按精矿量计价-不合市场规则

由公式内容及结构可以推定:公式(Q. 1)、
(Q. 4)、(Q. 5) 所指“产品销售价格”均为按精矿量
计价,而不是按金属量计价。这既不合理,也不合矿
业市场规则。

从所周知,绝大多数金属矿产品(尤其是贵金
属),无论是选矿后的精矿产品或是冶炼后的金属
产品,当进入市场销售时,均按所含纯金属量(或矿
物量) 计价。市场上常用的“吨·度”计价单位,其
意思是某矿种某品级 1 吨精矿产品中 1 个百分点含
量(即 10kg) 的纯金属(或矿物量) 的销售价格,其本
质也是按金属量计价。对于同矿种同品级的精矿产
品,其有用组分含量允许有一定的变化范围,如果销
售按精矿量计算,就等于没有考虑精矿产品的金属
含量差异,这显然不合理。例如:一般浮选后金精矿
产品中每克纯金的目前市场销售价约为 300 元左
右,而同一选矿厂的金精矿产品的实际含量经常有
5 ~ 10g/t 的波动,如果按精矿量计价,则每吨精矿价

格误差达 1500 ~ 3000 元。

3 计算公式的正确推导及应用

在以上讨论的基础上,笔者试对《规范》提出的 5 个计算公式按合理的评价思路重新进行推导,然后详细讨论如何具体应用,同时通过对比指出《规范》中计算公式所存在的问题。

3.1 推导依据和评价思路

主要推导依据是:产品成本、产品价格、产品利润。

总体评价思路是:在不额外丢失产品盈利的前提下,最大限度地综合利用矿产资源中的共伴生有用组分。

3.2 字符设立及其含意

(1) 矿石品位

$C_{(主)}$ ——主有用组分品位($\times 10^{-2}$ 或 $\times 10^{-6}$);

$C_{(次)}$ ——次有用组分品位($\times 10^{-2}$ 或 $\times 10^{-6}$);

$C_{(综)}$ ——综合品位($\times 10^{-2}$ 或 $\times 10^{-6}$),即共生矿石按“等价原则”折算后的“当量品位”;

$C_{(起)}$ ——伴生有用组分的起算品位($\times 10^{-2}$ 或 $\times 10^{-6}$),即矿石中伴生有用组分参与综合评价及资源估算的最低品位要求。

(2) 产品品位

$\beta_{(主)}$ ——产品中主有用组分品位($\times 10^{-2}$ 或 $\times 10^{-6}$);

$\beta_{(次)}$ ——产品中次有用组分品位($\times 10^{-2}$ 或 $\times 10^{-6}$);

$\beta_{(伴)}$ ——产品中伴生有用组分品位($\times 10^{-2}$ 或 $\times 10^{-6}$);

以上“产品”是指用以销售的矿产品,可以是精矿,也可以是冶炼金属。下同。

(3) 总回收率

$\varepsilon_{(主)}$ ——产品中主有用组分的总回收率(%);

$\varepsilon_{(次)}$ ——产品中次有用组分的总回收率(%);

$\varepsilon_{(伴)}$ ——产品中伴生有用组分的总回收率(%)。

以上“总回收率”,是指作为矿产资源的矿石,经采、选、冶等加工程序后,最终富集在产品中的某有用组分数量的比率。对于冶炼金属产品,其总回收率=(100% - 采矿贫化率)×选矿回收率×冶炼回收率;对于精矿产品,不用加乘冶炼回收率。

(4) 产品成本

$C_{h(主)}$ ——主有用组分产品成本(元/单位产

品);

$C_{h(次)}$ ——次有用组分产品成本(元/单位产品);

$C_{h(伴)}$ ——伴生有用组分产品成本(元/吨矿石);

(5) 产品价格

$J_{(主)}$ ——主有用组分产品销售价格(元/单位产品);

$J_{(次)}$ ——次有用组分产品销售价格(元/单位产品);

$J_{(伴)}$ ——伴生有用组分产品销售价格(元/单位产品)。

(6) 其他

n ——共生矿石中次有用组分的种类数;

k ——共生矿石中次有用组分的品位折算系数。

3.3 公式推导及应用

3.3.1 伴生有用组分起算品位的计算公式

3.3.1.1 公式推导

(1) 确定具体评价思路:

综合回收某伴生有用组分所形成的产品价值,不得小于为获得该产品所额外付出的生产成本。“额外成本”是指剔除为回收主有用组分及其他共生有用组分(如果存在的话)所发生的产品成本之后,为回收该伴生有用组分而额外发生的生产费用。

(2) 按评价思路建立不等式:

$$C_{(起)} \cdot \varepsilon_{h(伴)} \cdot J_{(伴)} \geq C_{(伴)}$$

上式左边,为每吨原矿石中某伴生有用组分按综合评价最低品位要求,经加工后所能形成的产品价值;右边则为由此发生的额外成本。

(3) 对上式进行移项整理,即得伴生有用组分起算品位计算公式:

$$C_{(起)} \geq \frac{C_{h(伴)}}{\varepsilon_{h(伴)} \cdot J_{(伴)}} \quad <Q.1>$$

3.3.1.2 公式应用讨论

(1) 公式<Q. 1>适用于按纯金属量计价,此时产品价格单位应与组分品位单位保持一致,即:当 $C_{(起)}$ 单位为($\times 10^{-2}$),则 $J_{(伴)}$ 单位应为(元/吨金属);当 $C_{(起)}$ 单位为($\times 10^{-6}$),则 $J_{(伴)}$ 单位应为(元/克金属)。

(2) 如果产品按精矿量或金属锭计价,则公式<Q. 1>右边分子须加乘“ $\beta_{(伴)}$ ”,此时无论品位单位为($\times 10^{-2}$)或($\times 10^{-6}$), $J_{(伴)}$ 单位均保持(元/吨精矿)不变。

(3) 如果 $C_{h(伴)} = 0$,则表明综合回收某伴生有

用组分不发生额外成本,此时对该伴生有用组分起算品位可以不作要求。例如,金矿石中的伴生银,与主矿种同采、同选,最后富集在金精矿中,销售时按金属量计价,不发生额外的回收成本。因此,金矿中的伴生银常采用“有多少算多少”的评价指标。

(4) 在矿产资源估算中,常出现部分矿块伴生有用组分平均品位低于选矿尾矿品位的情况,为了把这部分实际无法回收的资源剔除出去,常在工业指标中提出按尾矿品位1~1.5倍作为伴生有用组分估算的块段最低品位要求。此情况说明:公式<Q.1>所计算的起算品位并没有全面考虑选矿效果(只考虑回收率),故在实际应用中应结合尾矿品位情况,按孰大原则确定符合实际的起算品位要求。

3.3.2 共生矿石中次要有用组分品位折算系数的计算公式

3.3.2.1 公式推导

(1) 确定具体评价思路:

品位折算系数,在“等价原则”下(注意:不是“产品价格”的价,而是“盈利价值”的价),在数值上应等于相同矿石量条件下,1个品位的次有用组分盈利价值与1个品位的主有用组分盈利价值之比值。(品位折算系数类似于银行提供的各种外币兑换人民币的汇率,主有用组分相当于人民币,次有用组分相当于各种外币。)

(2) 按评价思路建立品位折算系数的计算公式:
 $K =$

$$\frac{1 \text{ 吨原矿} \times 1 (\times 10^{-2} \text{ 或 } \times 10^{-6}) \cdot \varepsilon_{(次)} \cdot [J_{(次)} - C_{h(次)}]}{1 \text{ 吨原矿} \times 1 (\times 10^{-2} \text{ 或 } \times 10^{-6}) \cdot \varepsilon_{(主)} \cdot [J_{(主)} - C_{h(主)}]}$$

(3) 上式简化后即得次有用组分的品位折算系数计算公式:

$$K = \frac{\varepsilon_{(次)} \cdot [J_{(次)} - C_{h(次)}]}{\varepsilon_{(主)} \cdot [J_{(主)} - C_{h(主)}]} \quad <Q.5>$$

式中 ε 在数值上代表1个品位的有用组分通过采、选、冶后最终能回收的金属量,方括号内差数为对应于单位金属量的组分盈利,二者之积则构成1个品位的盈利价值。

3.3.2.2 公式应用讨论

(1) 计算式<Q.5>适用于按纯金属量计价,如果按精矿量或金属锭计价,则计算式<Q.5>分子须加乘“ $\beta_{(主)}$ ”,分母须加乘“ $\beta_{(次)}$ ”。《规范》公式(Q.5)设定为按精矿量计价,但显然其主、次有用组分的精矿品位参数位置放错了,因为 ε 在数值上代表能回收的金属量,该金属量只有除以其精矿品位

才能等于其精矿量。

(2) 公式中各参数单位的一致性非常重要。对于同一组分(主有用组分或次有用组分),品位单位、价格单位及成本单位,三者之间必须保持一致,即:当品位单位是($\times 10^{-2}$),则价格单位及成本单位必须是(元/ 1×10^{-2} 吨金属);当品位单位是($\times 10^{-6}$),则价格单位及成本单位必须是(元/ 1×10^{-6} 吨金属)。如果按精矿量计价,则无论品位单位是($\times 10^{-2}$)或($\times 10^{-6}$),价格单位及成本单位均为(元/吨精矿)。

(3) 计算式中的总回收率,对于异体共生矿产按“(100% - 采矿贫化率) × 选冶回收率”确定;对于同体共生矿产可简化为按“选冶回收率”确定,其中产品为精矿时只需按“选矿回收率”即可。以下示例说明公式<Q.5>的具体应用:

例1 某铜金矿,同体共生,铜选矿回收率为95%,冶炼回收率98%,产品价格为6万元/吨金属,产品成本为3.6万元/吨金属;金的对应参数分别为80%,99%,300元/克金属,50元/克金属。则金(次有用组分)对于铜(主有用组分)的品位折算系数为:

$$K = \frac{80\% \times 99\% \times (300 - 50)}{95\% \times 98\% \times (60000 \times 10^{-2} - 36000 \times 10^{-2})} = 0.89$$

该系数所代表的意义是:在等价原则条件下,该矿产1个品位(即1g/t)的Au相当于0.89个品位(即0.89%)的Cu。此例中,由于铜金同体共生,采选成本均由主有用组分铜承担,故计算的K值较高。如果是异体共生,分采分选,采选成本各自承担,则计算的K值不会这么高。

(4) 关于产品成本分割,这个问题对于共生矿产综合评价有点复杂,但只要明确哪是主组分、哪是次组分,并遵循合理的分摊原则,则事情就变得简单(舒航,1992)。以下示例说明产品成本如何合理分摊:

例2 某金银矿,同体共生,平均品位: Au 5g/t, Ag 30g/t,硫化矿石,采用浮选工艺,产品为金精矿,银富集在金精矿中并单独计价。

显然,这里金为主有用组分,银为次有用组分,这时全部生产成本(包括采矿、选矿)均应列入主有用组分金的产品成本,次有用组分银的产品成本应为零。如果情况反过来:平均品位 Au 1g/t, Ag 300g/t,浮选产品为银精矿,金在银精矿中富集并单独计价;则银为主有用组分并承担全部生产成本,而

金为次有用组分,其产品分摊成本为零。

例 3 某铅锌矿, 同体共生(或异体共生, 无法分采), 硫化矿石; 平均品位: Pb 5%, Zn 1%, S(有效硫)3%; 采用混合浮选工艺: 先浮选出铅锌混合精矿, 再对混合精矿进行分选得铅精矿和锌精矿, 最后对铅锌浮选尾矿再浮选得硫铁矿。所获得的三种独立精矿均按各自金属量(或矿物量)计价。

此例中, 铅应为主有用组分, 锌为次有用组分, 硫为伴生有用组分。此情况下, 选矿工艺流程应优先考虑主有用组分铅的选矿效果(包括选别指标和选矿成本等), 其次才考虑次有用组分锌, 最后顺便回收伴生组分硫。据此, 此例中主有用组分铅应承担从采矿到铅锌混选和分选的全部成本; 而次有用组分锌无须分摊成本(其产品成本为零)。因为铅锌矿产品不允许“互含”, “互含”产品中的次有用组分不但不计价, 反而作为有害组分影响主有用组分产品的销售价格; 也就是说, 铅锌混合精矿的分选, 其主要目的是为了获得合格的主有用组分产品(铅精矿), 即使付产品锌精矿不值钱也必须分选, 因此分选费用也应由主有用组分产品承担。至于伴生有用组分硫, 其产品成本很清晰, 即最后铅锌尾矿浮选硫的成本。如果将此例中的平均品位改为: Pb 2%, Zn 2%, 则很难划分主、次有用组分; 此情况下, 从采矿到铅锌混选和分选的全部成本应由二者均摊。

例 4 某铁铜矿, 同体共生, 平均品位: MFe 40%, Cu 0.5%, S 3%; 硫化矿石主要有用矿物: 磁铁矿、黄铜矿、黄铁矿。确定磁性铁为主有用组分, 铜为次有用组分, 硫为伴生有用组分。采用浮-磁联合选矿工艺, 即先混合浮选获铜硫粗精矿, 然后分离浮选获铜精矿和硫精矿, 最后对混合浮选尾矿进行磁选获铁精矿。选矿成本分摊: 磁选费用及混合浮选费用应由主有用组分产品铁精矿承担, 其中混合浮选对于综合回收铜、硫是必须的, 但对于回收主有用组分铁也是必须的, 否则不能获得合格的脱硫铁精矿, 因此混合浮选对于综合回收铜、硫并未构成“额外成本”; 而对混合精矿进行浮选分离的费用应主要由次有用组分产品铜精矿承担, 伴生有用组分产品硫精矿只应承担铜、硫分离后的矿浆扫选费用, 即为获得合格硫精矿的额外费用。

(5) 本文公式<Q. 5>表明, 品位折算系数 K 只与有用组分的总回收率、产品价格及产品成本有关, 而与地质品位无关; 但《规范》公式(Q. 5) K 值与地质品位有关。这是本文公式与《规范》公式的最大分歧, 其原因是评价思路不一样。《规范》公式

(Q. 5) 中的“地质品位”只能理解为矿产有用组分的平均品位, 则该公式所反映的评价思路是: 折算系数 K , 在数值上应等于矿产次有用组分平均品位的盈利价值与主有用组分平均品位盈利价值之比。这个思路表面看来也有道理, 因为一般来说, 有用组分品位越高则其经济价值越大。但这个思路忽略了一个重要事实, 那就是有用组分平均地质品位对盈利价值的影响, 已通过回收率、产品价格及产品成本等参数得到反映, 无须重叠使用(郑之英, 1982)。借用前文例 1, 如果矿产平均品位为 Cu 0.60%, Au 0.80g/t, 其他参数不变, 按本文公式计算 K 值仍为 0.89, 而按《规范》公式计算, 则 K 值 = $\left(\frac{0.80}{0.60}\right) \times 0.89 = 1.19$ (《规范》 K 值 = 本文 K 值 \times 次、主有用组分平均地质品位之比); 如果将矿产平均品位颠倒过来, Cu 0.80%, Au 0.60g/t, 则《规范》 K 值为 0.67。可见, 如果按《规范》公式计算 K 值, 就会造成评价结果的虚高或低估。

(6) 关于 K 值的可变性。显然, 按公式<Q. 5>计算的 K 值不是固定不变的, 因为有用组分的回收情况会随着入选矿石质量的波动而变化, 产品价格、成本也会随着市场变化而波动(郑文元, 2006; 张锐等, 2007)。因此在实际应用中应注意选用合理的 K 值计算参数, 例如: 当进行整个矿床的综合评价时, 应选用代表矿床整体的选别指标及长周期的价格平均; 当进行局部矿块的综合评价时, 则应选用能代表矿块局部的选别指标及短周期价格平均, 等等。

3.3.2.3 公式在特定情况下的演化

(1) 当次有用组分产品成本等于零或很小可按零处理时, 则公式<Q. 5>演化为:

$$K = \frac{\varepsilon_{(次)} \cdot J_{(次)}}{\varepsilon_{(主)} \cdot [J_{(主)} - C_{h(主)}]}$$

由以上示例可知, 由于次有用组分产品成本趋于零而促使 K 值最大化的情况可能经常出现。可见主有用组分产品的这颗“成本大树”, 给矿产资源综合评价提供了很大空间。

(2) 当次有用组分产品与主有用组分产品的成本比等于价格比时[即: $C_{h(次)}/C_{h(主)} = J_{(次)}/J_{(主)}$], 则公式<Q. 5>演化为:

$$K = \frac{\varepsilon_{(次)} \cdot \{J_{(次)} - [J_{(次)}/J_{(主)}] \cdot C_{h(主)}\}}{\varepsilon_{(主)} [J_{(主)} - C_{h(主)}]}$$

化简后为:

$$K = \frac{\varepsilon_{(次)} \cdot J_{(次)}}{\varepsilon_{(主)} \cdot J_{(主)}} \quad <Q. 4>$$

此式对应于《规范》的产值法公式 (Q. 4) , 由此说明产值法的适用条件是:主、次有用组分产品的成本比等于价格比。

(3) 当次有用组分与主有用组分不但成本比等于价格比,而且总回收率也相等或大致相等时,则公式<Q. 5>进一步演化为:

$$K=\frac{J_{(次)}}{J_{(主)}}\qquad <Q. 3>$$

此式对应于《规范》的价格法公式 (Q. 3) , 由此说明价格法的适用条件是成本比等于价格比,且综合回收率也相等。

为了说明公式式用条件的重要性,再借用前文例 1,如果按价格法公式<Q. 3>,K 值=0. 50;如果按产值法公式<Q. 4>,K 值=0. 43;如果按盈利法公式<Q. 5>,则 K 值=0. 89。三者相差甚大,显然后者才是可靠的,前二者不合公式适用条件。

3. 3. 3 共伴生矿石综合品位的计算公式

3. 3. 3. 1 公式建立

根据综合品位定义即可建立:

$$C_{(综)}=C_{(主)}+\sum_1^n K\cdot C_{(次)}\qquad <Q. 2>$$

此式对应于《规范》的公式 (Q. 2) 。

3. 3. 3. 2 公式应用讨论

(1) 公式<Q. 2>中的次有用组分主要是指共生有用组分,也可以包括伴生有用组分。为了保证综合品位数值的实际意义,凡参加综合品位计算的共伴生组分必须先通过公式<Q. 1>求得起算品位,同时与选矿尾矿品位对比,按孰大原则作为参与综合品位计算的最低品位要求,地质品位达不到这个要求的共伴生组分不可参与综合品位计算。

(2) 参与综合品位计算的各有用组分分摊的产品成本之和应等于生产总成本;如果大于总成本,说明成本分割发生重叠,不利于矿产资源的综合评价。

(3) 参与综合品位计算的各有用组分的品位单位 (×10⁻²或×10⁻⁶) 均应与品位折算系数公式推导过程中所设定的品位单位保持一致。

(4) 尽管主有用组分的综合品位与主有用组分的地质品位在意义上和数值上均不相同,前者是“当量品位”,后者是实际品位,前者在数值上大于后者;但由于在综合品位计算公式的推导过程中,采用的是“等价原则”,因此,在资源估算及矿产经济评价的实际操作中,主组分综合品位应等同同数值的主组分地质品位使用,由此确定综合工业品位和综合边界品位,估算综合资源量 (当量资源量) ,进

行矿产综合评价。

4 结 论

(1) 新发布的《矿产资源综合勘查评价规范》附录 Q 所存在的问题可以归纳为三:一是重要术语使用有误,二是计算公式参数有误,三是参数设置不合市场规则。有必要对此进行讨论和纠正,以避免误导。

(2) 本文按“等价原则”的评价思路,对《规范》附录 Q 所提出的 5 个计算公式重新进行推导,并详细讨论了公式之间的相互演化、适用条件及应用说明,这对于矿产资源综合评价的实际操作具有示范意义。

[注释]

① 雍卫华. 2010. 矿产资源综合勘查评价要求 [R] .

[References]

GB/T25283-2010. 2011. Comprehensive mineral resources exploration and evaluation standard [S] . Beijing: Chinese Standard Press: 38-39 (in Chinese)

Du Jin-guang, Li Yin. 1985. Material components and reserves of iron ore [J] . Geology and Prospecting, 21 (10) : 26-36 (in Chinese)

Gao Shun-qing 1991 Criteria for discriminating the coexisting and associated deposits with gold [J] . Geology and Exploration, 27 (12) : 28-31 (in Chinese)

Li Cheng-guang. 1990. Reserves unable to utilized at present [J] . Geology and exploration, 26 (9) : 27-31 (in Chinese)

Shu Hang. 1992. The economic evaluation for diposit exploration [M] . First edition. Beijing: metallurgical geological economy editorial office: 101-108 (in Chinese)

Tian Chuan-ming . 1989. On the possibility of no waste protuct mine [J] . Geology and prospecting, 25 (10) : 26-30 (in Chinese)

Xian Yong-sheng, He Huan-xue, Zhang Ji-lin. 2008. Evaluation of lower grade ore resource; taking gold resource as a example [J] . Geology and Prospecting, 44 (3) : 79-83 (in Chinese)

Yuan Huai-yu, Chen Xi-lian, Cao Le-nong, Huang Feng-yin. 1994. On the grade index for hard-rock gold diposit and its reasonable determination [J] . Geology and Prospecting, 30 (4) : 28-31 (in Chinese)

Zhang Qi-zhuan, Yang Jian-gong. 2008. Common questions about estimation of solid mineral resources reserves [J] . Geology and Prospecting, 44 (4) : 74-78 (in Chinese)

Zhang Rui, Zheng Xiao-li, Lin Jian-hua. 2007. Exploitation and utilization of the low grade ores in the footwall of 1 vein of the primary mineral mass, Jiaojia gold mine [J] . Geology and prospecting, 43 (4) : 83-87 (in Chinese)

Zheng Wen-yuan. 2006. Dynamic analysis of mineral resources supply [J] . Geology and Exploration, 42 (4) : 86-89 (in Chinese)

Zheng Zhi-ying. 1982. Discussion about reserves calculating industrial index problems [J] . Geology and Exploration, 18 (4) : 28-35 (in Chinese)

Zheng Zhi-ying. 1982. On the technology economic criteria for the geo-

logic prospecting degree[J]. Geology and exploration,18(7):39-41 (in Chinese)

[附中文参考文献]

GB/T25283-2010. 2011. 矿产资源综合勘查评价规范[S]. 北京. 中国标准出版社:38-39

杜劲光,李茵. 1985. 铁矿石物质组分与储量[J]. 地质与勘探,21(10):26-36

高顺清. 1991. 铜共生金与伴生金矿床的区分原则[J]. 地质与勘探,27(12):28-31

李程光. 1990. 暂不能利用(表外)储量管见[J]. 地质与勘探,26(9):27-31

舒航. 1992. 矿区经济评价[M]. 第1版. 北京:《冶金地质经济》编辑部:101-108

田传明. 1989. 无废矿山可行性初探[J]. 地质与勘探,25(10):26-30

向永生,何焕学,张继林. 2008. 低品位矿产资源评价问题研究—以金矿资源为例[J]. 地质与勘探,44(3):79-83

袁怀雨,陈希廉,曹乐农,黄凤吟. 1994. 论岩金矿床品位指标及其合理制定[J]. 地质与勘探,30(4):28-31

张起钻,杨建功. 2008. 固体矿产资源储量估算应注意的问题[J]. 地质与勘探,44(4):74-78

张锐,郑小礼,林建华. 2007. 焦家金矿1#主矿体下盘低品位资源开发利用探讨[J]. 地质与勘探,43(4):83-87

郑文元. 2006. 矿产资源可供性动态分析的一种方法—试论储量品位与成本价格关系及其模型编制[J]. 地质与勘探,42(4):86-89

郑之英. 1982. 储量计算工业指标问题评述[J]. 地质与勘探,18(4):28-35

郑之英. 1982. 论地质勘探程度的技术经济准则[J]. 地质与勘探,18(7):39-41

Correct Derivation and Application of Grade-Computing Formulae to Comprehensive Evaluation of Mineral Resources—Questioning the Appendix Q to the Specification of Comprehensive Exploration and Evaluation of Mineral Resources(GB/T25283-2010)

HUAN Ya-nan

(Dongxin Mining Technique Co. Ltd, Second Bureau of China Metallurgical Geology Bureau, Fuzhou, Fujian 350001)

Abstract:On the basis of questioning the Appendix Q to the Specification of comprehensive exploration and evaluation of mineral resources(GB/T25283-2010), the author put forth the correct derivation of the grade-computing formulae and discussed its application to comprehensive evaluation of mineral resources. The questions of the Appendix Q to the Specification are errors in important terminology and formula parameters, and it does not conform to the market rules. According to the evaluation idea of equivalence principle, this paper renewed a derivation of the grade-computing formulae in the comprehensive evaluation of mineral resources, discussed the applicable conditions and intrinsic contact of the formulae in detail, and demonstrated the correct application of the formulae through several examples and the problems that we should paid attention to. The author believes that the paper’s technical thought has significance for the actual operation of mineral resources comprehensive evaluation.

Key words: mineral resources, comprehensive evaluation, grade-computing formulae, derivation and application